



Les communautés
d'experts



Présentation des travaux de thèses dans le domaine des Matériaux et Structures

Jeudi 25 avril 2024

CONTEXTE et OBJECTIFS

Les COMET Structures (STR) et Matériaux (MAT) du CNES vous proposent d'assister à une journée de présentation des travaux de thèses dans leurs domaines d'activité.

Cette journée est l'occasion pour les doctorants de venir présenter leurs travaux, d'échanger entre eux et avec la communauté des COMET. Les doctorants de 1^{ère} année sont invités à présenter leur sujet en 10 minutes puis échantent pendant 5 minutes avec l'assemblée. Les 2^{èmes} et 3^{èmes} années exposent leurs travaux pendant 20 minutes puis échantent pendant 5 minutes avec l'assemblée.

INSCRIPTION

L'inscription à la journée est **obligatoire** et gratuite.

Elle s'effectue en ligne: <https://evenium.events/rwk4cn8z> jusqu'au 10 avril 2024.

Lors de votre inscription, il vous sera demandé de préciser si vous souhaitez participer en présentiel ou par visioconférence. Tout désistement ou changement de mode de participation devra être signalé au plus tard le 15 avril 2024.

PROGRAMME

Des résumés des différents sujets de thèse sont disponibles en annexe.

Durée	Début	Fin	Titre	Présentateur
0:15	8:45	9:00	Accueil	
0:15	9:00	9:15	Introduction de la journée	COMET MAT et STR
<i>Thématique Fabrication Additive</i>				
0:30	9:15	9:45	Experimental study of the additive manufacturing of silicon nitride <i>Encadrants de thèse</i> : S. Marinel (CRISMAT), S. Vandeveld (CNES) <i>Co-financeur</i> : Thales Alenia Space	Théotim Marie <i>(par visioconférence)</i>
0:15	9:45	10:00	Powder bed laser fusion of ceramic-metal microwave devices <i>Encadrants de thèse</i> : P. Tailhades, V. Baco (CIRIMAT), K. Kiryukhina (CNES) <i>Co-financeur</i> : Thales Alenia Space	Maria Camila Zapata Lopez
0:30	10:00	10:30	Design of 3D-printed multiband electrically small antennas for nanosatellite applications <i>Encadrants de thèse</i> : C. Morlaas (ENAC), R. Pascaud (ISAE SUPAERO), V. Laquerbe (CNES) <i>Co-financeur</i> : ISAE SUPAERO	Gaëtan Antoine
0:15	10:30	10:45	Pause	
0:30	10:45	11:15	3D printing of a miniature plasma spectrometer for a nano-satellite platform <i>Encadrants de thèse</i> : Matthieu Berthomier (LPP), C. Elisabelar (CNES) <i>Co-financeur</i> : Ecole Polytechnique	Gwendal Hénaff
<i>Thématique Matériaux Polymères</i>				
0:15	11:15	11:30	Synthesis of self-healing polymers for space applications <i>Encadrants de thèse</i> : S. Carlotti, A. Llevot (LCPO), S. Lewandowski (ONERA), S. Perraud (CNES) <i>Co-financeur</i> : ONERA	Mickaël du Fraysseix <i>(par visioconférence)</i>
0:30	11:30	12:00	Physical study of PEL polymeric films for stratospheric balloon applications <i>Encadrants de thèse</i> : E. Dantras (CIRIMAT), S. Lewandowski (ONERA), L. Gevaux (CNES) <i>Co-financeur</i> : ONERA	Nathan Dintilhac
1:30	12:00	13:30	Repas	
<i>Thématique Modélisation</i>				
0:15	13:30	13:45	Modélisation de la génération et de la transmission des chocs mécaniques <i>Encadrants de thèse</i> : F. Lachaud, M. Charlotte, A. Brugnoli (ISAE), S. Lemay (CNES) <i>100 % CNES</i>	Nathan Pascal
0:30	13:45	14:15	Enhancements of the dissipated energy of Non-Structural Elements in the dynamical behavior of Aerospace Structures <i>Encadrants de thèse</i> : G. Michon, L. Sanches (ICA), S. Foucaud (CNES) <i>Co-financeur</i> : ISAE SUPAERO	Lisa Fournier

0:30	14:15	14:45	Development of a defect/damage propagation modelling for launcher composite structures pre-sizing <i>Encadrants de thèse</i> : P. Navarro, J-F Ferrero (ICA), A. Rogani (CT Ingénierie), K. Mathis (CNES) <i>Co-financeur</i> : CT Ingénierie	Alexy Tailleur
<i>Thématique Contamination</i>				
0:15	14:45	15:00	Materials outgassing: impact of environmental conditions <i>Encadrants de thèse</i> : J-F. Roussel (ONERA), G. Rioland, D. Faye (CNES) <i>100 % CNES</i>	Amal Ghodh bani
0:15	15:00	15:15	Study of the morphology of contamination deposits in space environment <i>Encadrants de thèse</i> : J-F. Roussel, D. Lansade (ONERA), G. Rioland, D. Faye (CNES) <i>Co-financeur</i> : ONERA	Aurélie Zamo
0:15	15:15	15:30	Pause	
0:30	15:30	16:00	Improving the lifetime of optics for high power lasers in space <i>Encadrants de thèse</i> : F. Wagner, J-Y. Natoli (Institut Fresnel), D. Faye (CNES) <i>Co-financeur</i> : AIRBUS DEFENCE AND SPACE	Amer Aoun
0:15	16:00	16:15	Shaping of MOF sorbents for the capture of space contaminants <i>Encadrants de thèse</i> : G. Maurin, S. Devautour-Vinot (ICGM) G. Rioland (CNES) <i>Co-financeur</i> : Région Occitanie	Joy Ekka <i>(par visioconférence)</i>
0:15	16:15	16:30	Lab-on-a-Chip with Integrated Elastic Metamaterials for Biosensing <i>Encadrants de thèse</i> : F. Sarry et M. Oudich (IJL), D. Faye (CNES) <i>Co-financeur</i> : Région Grand Est	Jessica Monaldi <i>(par visioconférence)</i>
<i>Nouveaux concepts matériaux et éco-conception</i>				
0:30	16:30	17:00	Vitrimer Matrix Composites for Space Applications <i>Encadrants de thèse</i> : P. Olivier, M. Guerre, M. Destarac (ICA), P. Sandre, R. Sfarzbed (IRT Saint Exupéry), M. Broutelle (CNES) <i>Co-financeur</i> : IRT Saint Exupéry	Joséphine de Calbiac
0:30	17:00	17:30	Eco-design of an inhabited space base on Moon Surface <i>Encadrants de thèse</i> : J-C Chaudemar, S. Lizy-Destrez (ISAE SUPAERO), J. Rey (CNES) <i>Co-financeur</i> : ESA / EAC	Augustin Gallois
	17:30	17:30	Fin de la journée	

Le programme peut être amené à évoluer et fera éventuellement l'objet d'une mise à jour.

INFORMATIONS PRATIQUES

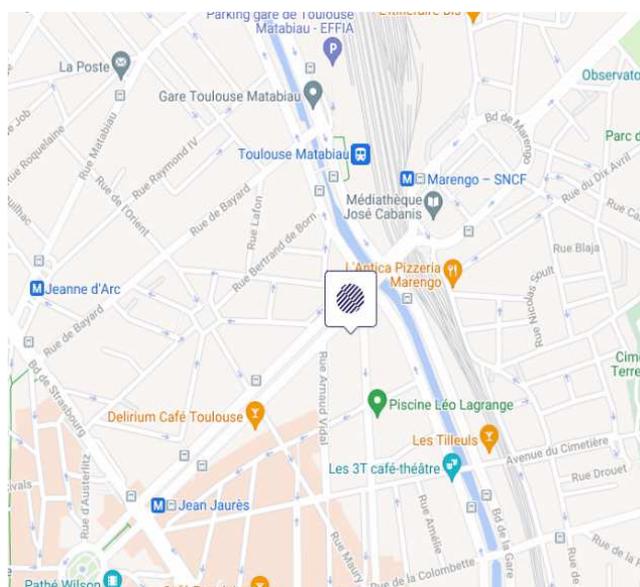
Le séminaire se déroulera à **Hôtel Pullman Toulouse Centre Ramblas**, situé au **84 allées Jean Jaurès, 31000 Toulouse**.

Pour la participation par visioconférence, un lien ZOOM vous sera envoyé par mail la veille de l'événement, soit le 24 avril.

PLAN D'ACCES

Accès en transports en commun :

- Gare Toulouse Matabiau à 450m
- Métro ligne A : station « Marengo SNCF » à 300m
- Métro ligne B : station « Jean Jaurès » à 450m



CONTACTS

COMET STR : comet-str@cnes.fr
COMET MAT : comet-mat@cnes.fr

ANNEXE : RESUMES DES SUJETS DE THESE

09:15	Experimental study of the additive manufacturing of silicon nitride	Théotim Marie
<p>Stereolithography of UV-curable ceramic suspensions is an additive manufacturing technique with high precision and great resolution to fabricate complex ceramic parts. While it widens the possibilities of applications, one of the drawback of this method is the low wall-thickness of the parts. The polymers forming the network structure upon cross-linking undergo pyrolysis in a step called debinding, in order to obtain a pure ceramic part. During debinding, the gaseous compounds going through evacuation channels create internal pressures, often resulting in cracks or delamination. So far, the critical wall-thickness where crackfree parts are obtained is located around 4 millimeters for silicon nitride. This study has investigated the experimental study of the debinding of silicon nitride parts obtained by stereolithography. Thanks to an optimization of the debinding cycle relying on the TGA analysis, defectless parts with a wall-thickness of up to 11 mm were obtained, resulting in parts of 9 mm after sintering. The mechanical properties were measured, showing values as good as dense silicon nitride obtained through conventional methods.</p>		
09:45	Powder bed laser fusion of ceramic-metal microwave devices	Maria Camila Zapata Lopez
<p>La fusion laser sur lit de poudre (LPBF) est une technologie de fabrication additive progressivement utilisée dans le secteur de l'aéronautique et de l'espace pour la fabrication de pièces ergonomiques et fonctionnelles. Malgré les grandes avancées scientifiques de cette méthode de fabrication, l'un de ses problèmes est la difficulté à réaliser des pièces multi-matériaux. De précédents travaux de thèse CNES-TAS-CIRIMAT ont permis de réaliser des avancées significatives dans ce domaine. Le présent projet de thèse est donc constitué pour approfondir la fabrication additive par lit de poudre afin d'obtenir des multimatériaux métal-céramique en faisant varier les paramètres de procédé pour des dispositifs hyperfréquences. Ce projet utilise des poudres AlSi12, qui sont largement utilisées pour la fabrication additive en raison de leur polyvalence. Grâce à l'activation chimique aqueuse des poudres AlSi12, respectueuse de l'environnement, il est possible de fusionner l'alliage dans l'air et de former des zones métalliques, ou d'oxyder puis de fritter l'alumine et d'obtenir des zones céramiques, ce qui permet d'obtenir des multimatériaux.</p>		
10:00	Design of 3D-printed multiband electrically small antennas for nanosatellite applications	Gaëtan Antoine
<p>La réduction du volume occupé par les charges utiles est un défi majeur pour le déploiement de porteurs légers (drones, nanosatellites, ...). Du point de vue antenne, cette contrainte conduit à la miniaturisation et/ou réduction du nombre d'antennes intégrées. L'objectif de cette thèse est d'évaluer le potentiel d'une structuration périodique de céramiques par impression 3D pour concevoir des antennes compactes et multi-bandes. Plus particulièrement, l'étude de la dispersion fréquentielle et spatiale de la permittivité des éléments constituant la structure périodique est étudiée afin d'offrir de nouveaux degrés de liberté à la conception d'antenne.</p>		
10:45	3D printing of a miniature plasma spectrometer for a nano-satellite platform	Gwendal Henaff
<p>3DCAM est un spectromètre plasma 4U optimisé pour la mesure des ions et des électrons de basse énergie. La topologie en tores imbriqués de l'instrument offre un champ de vue hémisphérique instantané, capacité inédite par rapport aux instruments plasmas classiques.</p> <p>Cette topologie unique est rendue accessible par la fabrication additive en stéréolithographie à très haute résolution avec des matériaux ceramic-like qualifiés. L'analyse des défauts est réalisée par tomographie RX et la fonctionnalisation de la pièce est obtenue par métallisation électroless sélective. Plusieurs prototypes fonctionnels ont été testés sous faisceau d'électrons et démontrent le potentiel de ces nouvelles méthodes pour l'instrumentation spatiale.</p>		

11:15	Synthesis of self-healing polymers for space applications	Mickaël du Fraysseix
<p>Les satellites placés en orbite autour de la Terre sont soumis à des conditions extrêmes, principalement dues à l'exposition aux particules chargées et aux rayons UV, qui ont un impact sur leur durée de vie et leurs performances. Il est intéressant d'améliorer la durabilité des matériaux en environnement spatial en concevant des polymères innovants, par exemple. Dans ce but, de nouveaux matériaux polymères à base de poly(diméthylsiloxane) (PDMS) sont synthétisés dans ces travaux afin de doter les PDMS de propriétés d'auto-cicatrisation pour limiter leur dégradation en orbite géostationnaire. L'objectif final du projet est de concevoir un revêtement transparent résistant aux conditions de l'environnement spatial. Pour cela, la chimie des imines est particulièrement intéressante par sa simplicité et son efficacité en l'absence de catalyseurs. Les matériaux PDMS développés dans ces travaux sont composés d'un système d'auto-cicatrisation intrinsèque de quatrième génération combinant un réseau covalent dynamique via des liaisons imines avec un autre réseau supramoléculaire, covalent dynamique ou permanent.</p>		
11:30	Physical study of PEL polymeric films for stratospheric balloon applications	Nathan Dintilhac
<p>Les Ballons Stratosphériques Ouverts (BSO) sont lancés par le CNES dans la stratosphère afin d'étudier la composition de l'atmosphère, d'étalonner et valider les instruments des futurs satellites ou encore d'étudier les sciences de l'univers. L'enveloppe des BSO est composée d'un film fin de Polyéthylène Basse Densité Linéaire (PEBDL) qui supporte la contrainte mécanique, mais qui présente des limites pour les enjeux actuels du secteur. Ces travaux de thèse portent sur l'étude de nouveaux films de polyéthylène (+ Ethylène/Alcool Vinylique, EVOH) afin d'améliorer les propriétés mécaniques de l'enveloppe et les propriétés nécessaires à la réalisation de la mission (perméabilité à l'hélium, faible poids...). Il sera ainsi possible d'étendre la capacité des missions et d'utiliser cette nouvelle enveloppe pour d'autres types de ballons stratosphériques.</p>		
13:30	Modélisation de la génération et de la transmission des chocs mécaniques	Nathan Pascal
<p>Un des objectifs du développement d'un système spatial est de garantir sa fonctionnalité malgré les divers chocs mécaniques auxquels il sera soumis tout au long de sa vie. Ces chocs mécaniques peuvent provenir du lanceur (séparations d'étages, libération de la coiffe...), de la séparation du satellite et du lanceur et des systèmes pyrotechniques, mécanismes et appendices déployables embarqués. L'objectif de la thèse est d'améliorer les méthodes numériques pour la prédiction des niveaux de chocs en essais, en utilisant une donnée représentative de la source de choc injectée, mais aussi en vol à partir d'une spécification SRS. De manière itérative, en débutant par des essais élémentaires, jusqu'aux essais de chocs de niveaux satellites, une approche couplée entre expérimentation et simulation sera employée pour confronter les différents outils et méthodes numériques. La bonne prédiction des niveaux de chocs à l'intérieur des satellites devrait ensuite permettre d'aborder le sujet du dimensionnement à l'environnement choc par analyse, qui n'existe pas encore aujourd'hui. Notamment vis-à-vis de critères tels que le glissement des interfaces ou l'endommagement des équipements. Cette thèse s'inscrit dans un objectif global visant à standardiser les méthodes de prédiction numériques de chocs mécaniques pour le spatial.</p>		

13:45	Enhancements of the dissipated energy of Non-Structural Elements in the dynamical behavior of Aerospace Structures	Lisa Fournier
<p>De récentes études ont montré que les éléments non-structuraux (ENS), présents dans les engins spatiaux, peuvent amortir de manière significative la structure globale et expliquer les différences observées entre les modèles numériques et les résultats expérimentaux dans les vibrations de grande amplitude. Les ENS, tels que le harnais électrique, représentent généralement 10 à 30 % de la masse totale des engins spatiaux, mais leur comportement dynamique n'est pas pris en compte dans le modèle global. Étant donné leur nature diverse et le fait qu'ils ne sont pas accessibles individuellement, une méthode d'identification particulière est nécessaire pour le développement d'un modèle dynamique prédictif. L'objectif de ces travaux de thèse est donc de proposer une approche inverse pour l'identification du comportement dynamique des ENS à partir d'une connaissance fine de la structure principale et d'essais vibratoires sur la structure couplée.</p>		

14:15	Development of a defect/damage propagation modelling for launcher composite structures pre-sizing	Alexy Tailleur
<p>La thèse s'inscrit dans l'amélioration de l'outil COLIBRI du CNES, utilisé pour concevoir et dimensionner des structures en matériaux composite optimisées de lanceurs. L'objectif principal est de développer une approche numérique permettant de prendre en compte l'initiation de l'endommagement dans le pré dimensionnement de ces structures en présence de défauts (délaminage, fissuration matricielle et porosité). Les structures optimisées dans COLIBRI sont de grandes dimensions et l'initiation de l'endommagement est un phénomène local. Effectuer des calculs sur ces structures dans leur intégralité n'est donc pas une solution réalisable lors de l'étape de conception préliminaire. L'approche développée se base sur des techniques de sous-modélisation, également appelée approche global/local. Elle permet ainsi de contourner ce problème et de réduire les temps de calcul tout en maintenant la précision souhaitée.</p>		

14:45	Materials outgassing : impact of environmental conditions	Amal Ghodhbani
<p>L'objectif de la thèse est d'améliorer la compréhension d'un point de vue physique et chimique du dégazage des matériaux spatiaux qui pourrait être affecté par diverses conditions environnementales lors des activités au sol (traitements thermiques préliminaires, cycles thermiques sous vide ou stockage long terme...) et en orbite (notamment avec le rayonnement UV). Pour cela, différents matériaux ont été sélectionnés parmi des adhésifs, des peintures, des vernis... pour être exposés à ces conditions environnementales. Les cinétiques de dégazage de ces matériaux seront alors comparées et leurs propriétés physico-chimiques seront caractérisées avant et après exposition à l'aide de techniques analytiques variées. Ensuite, des simulations numériques seront effectuées avec des paramètres optimisés afin de prédire un comportement de dégazage plus réaliste tenant compte des diverses conditions environnementales auxquelles les matériaux auront pu être soumis.</p>		

15:00	Study of the morphology of contamination deposits in space environment	Aurélie Zamo
<p>Soumis à l'environnement spatial, de nombreux matériaux constitutifs des satellites dégagent des molécules, appelées contaminants, qui peuvent être transportées et se recondenser sur des surfaces sensibles du satellite. Les conséquences de cette contamination sont la perte de transmittance d'instruments optiques, la diminution de la puissance des panneaux solaires ou la modification du coefficient d'absorptivité des revêtements thermiques. La morphologie des dépôts de contaminants, sous forme de films ou clusters reste mal connue, peu étudiée et difficile à prévoir. L'un des objectifs de cette thèse est de comprendre les mécanismes responsables de la morphologie des dépôts de contaminants. Les couples contaminants/substrats seront analysés de manière in situ et ex situ afin d'établir les phénomènes physico-chimiques responsables de la morphologie des dépôts de contaminants. Un second axe d'étude est celui de l'influence d'irradiations VUV sur le comportement de la morphologie des contaminants. En effet, la présence de VUV modifie la structure chimique des contaminants.</p>		

15:30	Improving the lifetime of optics for high power lasers in space	Amer Aoun
<p>Le laser est entré depuis un certain temps dans les applications spatiales, se retrouvant dans des instruments tels que ChemCam, SuperCam, ATLID et ALADIN. Cependant, la "contamination induite par laser" reste un facteur limitant pour ces instruments. Ce phénomène, fréquent avec les lasers UV opérant sous vide, entraîne la formation de dépôts organiques absorbants sur les optiques irradiées, dégradant leurs performances et leurs durées de vie. Un dispositif expérimental a été construit et validé pour simuler les conditions de génération de la LIC. Plusieurs méthodes de caractérisation sont utilisées pour comprendre le phénomène globalement. La profilométrie optique étudie la morphologie du dépôt, la fluorescence induite par laser étudie qualitativement son évolution morphologique et chimique ; la spectrométrie de masse caractérise quantitativement la composition chimique aux différentes étapes et zones de dépôt.</p>		

16:00	Shaping of MOF sorbents for the capture of space contaminants	Joy Ekka
<p>Énergie, environnement, santé... les solides nanoporeux jouent aujourd'hui un rôle majeur dans de nombreuses applications à fort enjeu sociétal. Ces matériaux peuvent capter sélectivement, stocker et libérer diverses molécules en phase liquide ou gazeuse par un phénomène de sorption. Au-delà des adsorbants standards comme les charbons actifs, les silices mésoporeuses et les zéolithes, les matériaux hybrides de type MOFs (Metal Organic Frameworks) dans lesquels des ions métalliques sont reliés entre eux par des ligands organiques, représentent une nouvelle famille de solides nanoporeux très prometteuse. Des premières études CNES/ICGM ont clairement démontré le fort potentiel des MOFs pour la capture de contaminants rencontrés dans les systèmes embarqués et satellites. Il est désormais primordial d'étendre le concept développé avec succès en mettant en œuvre une démarche originale pour concevoir des composites à base de MOFs avec deux objectifs distincts visés :</p> <p>(i) Il s'agit tout d'abord de fonctionnaliser la surface externe des MOFs par des polymères hydrophobes de façon à s'assurer que ces matériaux puissent capturer sélectivement les contaminants du domaine spatial en présence d'humidité, conditions rencontrées lors de tests au sol et en vol.</p> <p>(ii) La mise en forme des MOFs est requise pour l'application visée et il s'agit d'identifier le meilleur liant à combiner avec l'adsorbant considéré pour une adhésion optimale du système, avec comme préoccupation majeure de conserver les performances intrinsèques des MOFs pour la capture des contaminants tant d'un point de vue thermodynamique que cinétique.</p>		

16:15	Lab-on-a-Chip with Integrated Elastic Metamaterials for Biosensing	Jessica Monaldi
<p>Le projet de thèse se base sur la réalisation d'un dispositif multicouche qui fonctionne par la technologie L-SAW et les cristaux phononiques (piliers périodiquement situés sur le dispositif). En particulier, les ondes de Love sont utilisées pour créer le déplacement des piliers, qui permettent d'examiner (caractérisation mécanique) et de stimuler mécaniquement des cellules humaines, afin d'obtenir des informations sur le phénotype et sur ses éventuelles modifications après le traitement avec L-SAW stimulation. Pour obtenir les résultats précités, le projet de thèse comprend la fabrication des dispositifs, leur optimisation à l'aide de simulations avec COMSOL, des tests avec des cellules et l'analyse des résultats obtenus.</p>		

16:30	Vitrimer Matrix Composites for Space Applications	Joséphine de Calbiac
<p>Les composites à matrice polymère renforcée de fibres de carbone, prisés pour leur légèreté et stabilité thermique, rencontrent des défis de correction des défauts liés à leur fabrication industrielle. La structure réticulée du thermodurcissable utilisé rend la réparation complexe. Les vitrimères offrent une alternative intéressante. La thermo-réversibilité de leur réseau chimique, due à des éléments chimiques dynamiques, permet un comportement thermodurcissable à la température d'application et un écoulement macroscopique à des températures élevées, offrant une réparabilité, une remodelabilité, et une soudabilité inédite. Ce travail de thèse transforme une matrice époxy thermodurcissable spatiale en une matrice vitrimère à haute Tg, avec des tests de réactivité et de rhéologie montrant une compatibilité avec les processus de fabrication existants. La résine révèle des propriétés de relaxation de contrainte efficaces, constituant une alternative prometteuse à sa version thermodurcissable.</p>		

17:00	Eco-design of an inhabited space base on Moon Surface	Augustin Gallois
<p>Nous retournons sur la Lune, et cette fois, nous y resterons. L'installation d'un habitat lunaire semi-permanent fait partie des projets à long terme de la communauté spatiale internationale. Un programme si ambitieux vient avec une pléthore de défis liés à la complexité du projet, dont un est l'évaluation et la réduction de ses impacts environnementaux. L'éco-conception est la démarche permettant de réduire voire minimiser ces impacts de manière informée. L'outil de choix pour mener cette étude à bien est l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), or son application dans le cas de l'exploration spatiale habitée présente énormément de difficultés, dues essentiellement à un manque de connaissances et l'absence d'outils dédiés permettant d'en gérer la complexité. La thèse vise à fournir un cadre multidisciplinaire d'éco-conception, liant Ingénierie Système Basée sur les Modèles (MBSE), ACV et optimisation, tout en caractérisant de nouvelles catégories d'impacts environnementaux, afin d'exploiter les leviers d'architecture le plus tôt possible dans le processus de définition et de conception.</p>		