

ÉVOLUTION DE LA LOGIQUE INDUSTRIELLE, « LES MATÉRIAUX DEVIENNENT DES VARIABLES À OPTIMISER »

M.L. Benzeggagh⁽¹⁾, Z. Aboura⁽²⁾ & K. Khellil⁽²⁾

⁽¹⁾ COnccept MATériaux Composites, COMAC

⁽²⁾ U.T.Compiègne: Laboratoire Roberval de Mécanique, UMR-CNRS 7337

RÉSUMÉ- L'évolution de la logique industrielle est de considérer les matériaux comme "des variables à optimiser". Ce défi a pour effet de mettre en perspective l'originalité des matériaux Composites Hautes Performances "HP", notamment à renforts fibreux et à Matrice Organique "CMO- HP", avec une nouvelle organisation du processus de conception.. L'innovation est au cœur des préoccupations du monde industriel et les matériaux composites "CMO- HP", font partie intégrante de leur stratégie de développement. Dans ce contexte, la complexité croissante des technologies et l'étendue des savoirs à maîtriser incitent le monde industriel à mettre en place de **nouvelles alliances**. Ainsi, l'innovation est non seulement liée à l'originalité du matériau et des procédés de mise en œuvre associés, mais également à la mise en place d'une organisation établie en réseaux de connaissances externes à l'entreprise. La démarche concurrentielle des industriels installe donc une **"interdisciplinarité"** indispensable, notamment pour le cas du développement du concept d'innovation collaborative (ouverte). Les sous-traitants, prestataires, fournisseurs spécialisés, formulateurs, transformateurs, tisseurs, centres techniques, **laboratoires universitaires**, consultants, experts..., en intégrant un nouvel espace d'échanges articulé autour de projets, construisent un **"Réseaux d'Échanges Réciproques de Savoirs (RERS)"**. De plus, cette nouvelle organisation met en place une dynamique pertinente d'intégration précoce (dès le début) et simultanée de tous les acteurs (internes ou externes à l'entreprise) impliqués dans un projet. La stratégie est de paralléliser un maximum d'activités afin de réduire le temps dédié au développement du projet dans un cycle de vie industriel. Ce contexte profile une nouvelle appréciation du processus de conception notamment dédié au développement d'une pièce en matériau composite. Concevoir celle-ci n'est plus le résultat d'une juxtaposition et d'un cloisonnement des connaissances, mais celui de l'exercice de leurs interactions. Il s'agit du traitement d'un tout qui délègue au matériau composite et à la forme géométrique du produit des critères structurels, fonctionnels, esthétiques, environnementaux et économiques, recherchés par le monde industriel. C'est au cours de ce traitement que les limites de chacun de ces critères sont appréciées et que l' idée d'un matériau devenant une variable à optimiser prend un sens.

La combinaison de ces différents aspects est à l'origine d'un bouleversement conceptuel qui a notamment une incidence sur le rôle de la recherche universitaire en matière de partenariats scientifique et technologique. Elle doit prendre en compte les différentes étapes du cycle de vie d'un produit industriel et élaborer des outils connectés permettant à la fois aux grandes entreprises (donneurs d'ordres) et aux moyennes entreprises (sous traitance) de s'approprier la spécificité de ces types de matériaux composites ("CMO-HP") et d'en cerner les opportunités d'avenir.

Mots clés: CMO - Hautes Performances, Architectures de renforcement, processus de conception, ingénierie concurrente, modélisation-simulation, comportement, rupture, endommagement.

INTRODUCTION

L'évolution de la logique industrielle est de considérer les matériaux comme étant "des variables à optimiser" de façon, entre autres, à limiter les coûts de conception et de fabrication. Ce défi trouve une résonance auprès des matériaux composites à renforts fibreux et à Matrice Organique "CMO- HP", pour lesquels l'élaboration de profils de performances adaptés (le sur-mesure) est déjà une réalité. De façon évidente le matériau est une variable à optimiser dès l'étape de dimensionnement (préliminaire) lorsqu'il s'agit de gérer une combinaison de propriétés chimique, physique et mécanique dans la perspective d'élaborer un profil respectant le cahier des charges fonctionnelles de l'industriel. Il est important de souligner la simultanéité des approches itérative et comportementale (mécanique) nécessaire à la sélection d'une solution composite. Le choix optimal du couple " architecture de renforcement / procédé de mise en œuvre" qui en découle en est le témoignage . L'exercice de cette simultanéité révèle que l'émergence de ces nouveaux types de matériaux adossés à de nouvelles technologies requièrent des spécialistes pour leur sélection dans le cadre de la réalisation de pièces complexes ou d'éléments de structure. Le concepteur s'éloigne donc des schémas classiques de conception pour accéder à une méthodologie spécifique de dimensionnement.

La complexité réside désormais dans **un usage combiné voire simultané** des approches expérimentales et comportementales avec les outils consacrés à la simulation prédictive du comportement mécanique des renforts textiles à l'état sec (armures tissés 2D, Interlock -2,5D, 3D, préformes cousues...) et des composites ainsi qu'à la modélisation / simulation des procédés de mise en œuvre. L'interconnexion de l'ensemble de ces

outils, issus de différentes disciplines scientifique et technologique, devient indispensable au fonctionnement des cellules décisionnelles (les concepteurs) structurées en "*bureau d'études intégré*". La sélection d'une solution composite est désormais à *la croisée des compétences* internes et/ou externe à l'entreprise et que les acquis scientifique et technologique, issus du monde de la recherche, fournissent une assise à ces cellules.

REMARQUES

Les acquis issus du monde de la recherche associés aux contraintes industrielles imposées, apporteront un éclairage sur l'étendue des disciplines scientifique et technologique nécessaire à la sélection optimale d'une solution composite.