

# SIMULATION ET PROTOTYPAGE POUR LE DIMENSIONNEMENT MECANIQUE D'OBJETS SPORTIFS EN MATERIAUX COMPOSITES.

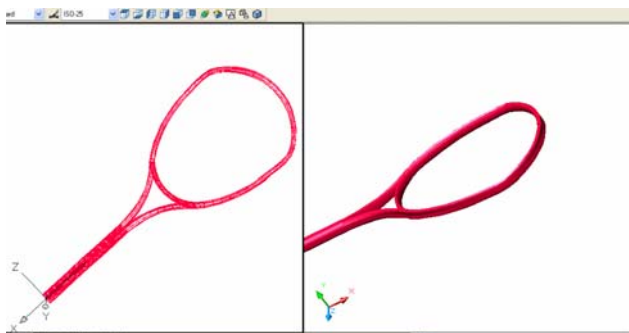
Pr. Caron J.-F., Carreira R.P.

S'il existe une niche pour l'emploi des matériaux composites haut de gamme du type aéronautique, c'est bien dans le domaine du sport et loisir. Là, malgré les coûts importants des fibres, préimprégnés et procédés d'élaboration, ces nouveaux matériaux ont su se rendre incontournables. Nul n' imagine désormais de raquette autrement qu'en fibre-résine. Il a été ainsi mis à la disposition des ingénieurs et des bureaux d'études, une palette infinie de solutions nouvelles, permettant des avancées considérables mais difficiles à maîtriser. Dans ce secteur très concurrentiel il est donc encore indispensable de développer un savoir faire et des expériences pour espérer réduire les temps et erreurs de conception.

La démarche développée ici permet la conception, fabrication et test d'objets sportifs en matériaux composites, tels que raquettes de tennis, surfs ou arcs, dans des délais courts et à de faibles coûts. Les problématiques abordées sont mécaniques, et il s'agit de prévoir les comportements en statique (rigidités résistances) et dynamique (modes propres, centres de percussion ou de gravité...). A partir des modèles numériques il est proposé une méthode de prototypage élémentaire, ne permettant certes pas de se placer dans les conditions réelles de fabrication, mais bien d'affiner et d'éviter des ratés grossiers et très coûteux, et surtout de tester des solutions nouvelles.

Pour une raquette de tennis, par exemple, les étapes sont les suivantes:

- Dessin de la géométrie, définition des formes et sections, à l'aide d'un logiciel de DAO.



- Récupération de la fibre moyenne de la structure 3D afin de bâtir un modèle élément-fini poutre 1D très économique.
- Définition des caractéristiques équivalentes des poutres. Ces caractéristiques sont d'ordre :
  - mécanique : module d'Young et coefficient de Poisson équivalents à l'empilement choisi. Cette opération est réalisée à l'aide d'un simple logiciel d'homogénéisation de multicouches (MacLam©).
  - Géométrie : sections équivalentes et inerties de flexion-torsion. Ces grandeurs dépendent des épaisseurs de matière, et donc du nombre de couche préalablement choisie.
- Calcul EF, avec les cas de chargements dimensionnants, flexions, torsions, modes propres, position des centres de gravité,

percussion ou des nœuds des modes. Les empilements seront alors modifiés jusqu'à s'approcher du cahier des charges. Cette procédure itérative pourrait être formalisée à l'aide de techniques d'optimisation type algorithmes génétiques.

- Elaboration de la « chaussette » composite réalisée en pré-imprégnés et suivant les séquences définies par le calcul EF
- Usinage de la forme polycarbonate, et moulage silicone du moule mère qui va permettre la mise en pression de la « chaussette » composite.
- Mise en place et polymérisation sous pression.
- Tests sur l'objet ainsi réalisé.

L'expérience développée permet donc de manière satisfaisante de définir de nouvelles formes ou structures sans besoins de développement aléatoires et coûteux. Elle permet aussi de tester de nouveaux concepts ou dispositifs en concevant un « concept-objet » destiné uniquement à recevoir et intégrer une telle innovation.

La démarche fait l'objet de plusieurs enseignements dans des écoles d'ingénieur, dont l'ENPC, l'Ecole Polytechnique et Paris-Tech.