

Rencontre SMAI Math-industrie Voile et innovation mathématique Par Eric Jacquet-Lagrèze¹

En quelques décennies, les progrès réalisés dans la conception et la fabrication des bateaux à voile, l'un des moyens de transport les plus anciens du monde, ont été considérables. La XV^{ème} rencontre Math-Industrie qui a rassemblé plus d'une centaine de participants, dont une quarantaine d'industriels, a permis d'en prendre conscience de façon vivante sous le parrainage et avec la participation active de Michel Desjoyeaux, deux fois vainqueur du Vendée Globe. Rappelons qu'il s'agit de l'une des épreuves les plus difficiles de la course au large, car elle consiste à faire une course autour du monde sans escale et en solitaire. Une autre épreuve mythique illustrant la course au progrès et à l'innovation, est le trophée Jules Verne lancé il y a dix ans. Faire le tour du monde sans escale mais en équipage cette fois, le plus rapidement possible et bien sûr tels Phileas Fogg et son fidèle serviteur Jean Passepartout, en moins de quatre-vingt jours. Si Bruno Peyron a pu réaliser le premier trophée en soixante dix-neuf jours, dix ans plus tard son frère Loïck vient tout juste de ramener le record à quarante cinq jours sur son trimaran géant Banque Populaire V.

Le 9 décembre, la journée a débuté par un film mettant la communauté des mathématiciens dans l'ambiance du Vendée Globe et de la course au large. Puis les participants ont pu écouter des industriels et des points de vue plus académiques donnant leur vision sur la conception des carènes, celle des voiles, sur l'optimisation de la production des bateaux de plaisance, et enfin sur le routage optimal compte-tenu des dernières prévisions météo. Les discussions qui ont suivi chaque atelier et celles de la table ronde ont permis un échange sur les suites à donner à cette journée et sur une présentation des coopérations possibles entre labos et industriels concernés.

Face aux innovations très importantes dans le secteur, il n'est pas toujours aisé d'isoler l'apport stricto sensu des mathématiques appliquées, car ce sont des technologies enfouies dans des logiciels de plus en plus utilisés par les professionnels.

Les mathématiques appliquées sont présentes aussi bien dans les modèles de simulation de la physique que dans des logiciels d'optimisation de la production (exemple découpes optimales des panneaux de bois des bateaux Bénéteau et Jeanneau), et les algorithmes de routage optimal s'appuyant sur les notions de programmation dynamique. Pour la conception, les moyens et les coûts de calcul sont un frein à une utilisation plus intensive de la simulation numérique. L'exposé de Mer Agitée a montré comment une petite équipe innovante mais aux moyens nécessairement limités pouvait tirer parti de modèles approchés (des métamodèles, surfaces de réponse disponibles dans la littérature). Si les

¹Eurodecision <http://www.eurodecision.eu/company>

moyens de calculs étaient plus abordables, ils seraient prêts à franchir un pas et se rapprocher de ce que fait la DCNS en optimisation des carènes en utilisant une chaîne complète : plan d'expérience, simulation, estimation de surfaces de réponse, optimisation multicritère, au sens du front de Pareto à l'aide d'algorithmes génétiques. L'exposé de North Sails a montré un état de l'art assez voisin. Il est possible de faire encore mieux en s'inspirant de ces méthodes d'optimisation de la conception aujourd'hui plus répandues dans la grande industrie automobile ou aéronautique.

Les discussions au cours des ateliers et celle ayant eu lieu lors de la table ronde en fin de journée ont permis de dégager des axes de progrès attendus dans l'avenir et de coopérations possibles entre laboratoires et industriels de la voile.

Pour la conception des bateaux et des voiles :

- Une meilleure optimisation grâce à un usage plus accessible des moyens de calcul (voire un accès au HPC pour des petites structures que sont des bureaux d'études et PMI du secteur)
- Des progrès dans la simulation plus globale du comportement d'un voilier : un solide se déplaçant en interagissant avec deux fluides : la mer et le vent. Modéliser les vagues, prendre en compte l'impact du roulis et tangage sur la vitesse du vent apparent aux différents points de la surface des voiles.
- Prise en compte des statistiques de vent/mer à l'échelle d'une course pour mieux concevoir les voiliers, qui fonctionnent rarement à l'optimum de performance.
- Prendre en compte l'arrivée de capteurs plus nombreux en instrumentant voiles et gréement de façon à mieux estimer des « polaires » (aujourd'hui : vitesse du bateau en fonction de la vitesse du vent, du cap du bateau par rapport au vent, du choix du plan de voilure) et une meilleure exploitation de ces polaires pour le réglage temps réel des bateaux en course (l'objectif étant de se rapprocher le plus possible de la référence donnée par la polaire).

Pour le routage optimisé des bateaux :

- Prendre en compte d'autres critères que le temps minimal de déplacement. Si ce critère est le meilleur pour un trophée, il n'est pas si évident pour une régata entre plusieurs bateaux où l'enjeu est de battre les autres. Un point de vue apporté par la théorie des jeux pourrait être pertinent. Michel Desjoyeaux a souligné par exemple combien il pouvait être risqué de prendre une option isolant son bateau du reste de la flotte. Sur un plan différent, pour un plaisancier traversant la Manche, le Golfe de Gascogne ou l'Atlantique, il pourrait choisir des critères tels que le confort (éviter des vents de plus de trente nœuds par exemple) plutôt que celui d'une durée minimale de sa traversée.
- Réfléchir sur l'intégration des aspects stochastiques des prévisions météo dans des algorithmes de routage.

Pour la production des bateaux de plaisance :

- Diminuer le temps de conception des nouveaux bateaux et des outils de fabrication (les moules, ...)
- Conception d'usines permettant une plus grande flexibilité dans la programmation de la production.
- Programmation agile de la production face à des prévisions modifiées de la demande

L'accueil de stagiaires, de thésards sous contrat CIFRE, le montage de projets collaboratifs sont des instruments présentés lors de la table ronde pour permettre de progresser sur ces axes. A noter également que des initiatives de coordination nationale se sont mises en place du côté de l'industrie navale pour fédérer la recherche et l'innovation, qui pourraient être rejointes par les acteurs nautiques (cf. DCNS).

Signalons enfin deux questions restées sans réponse à l'issue de cette journée :

- Faut-il envisager une nouvelle rencontre de ce type ?
- Pourquoi pas un prix de l'innovation dans la voile ?

Pour clore cette présentation nous voudrions remercier chaleureusement les intervenants industriels et académiques qui ont préparé les ateliers (on trouvera leurs présentations sous forme de transparents sur le site de la journée Voile et Innovation Mathématique : <http://smi.emath.fr/congres/journees/VIM2011>), tous les participants de la journée qui ont été très nombreux à animer les débats et enfin l'ENSTA qui nous a accueillis dans un très bel amphi à deux pas du salon nautique.