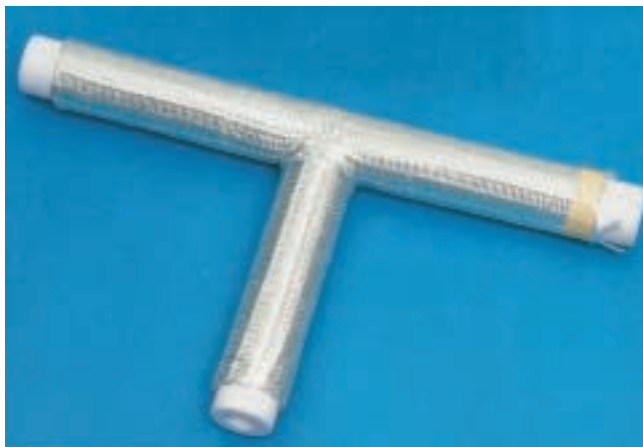




6. CE RACCORD tressé (à gauche) se fabrique en une seule étape. Le textile en carbone (à droite) renforce les tuyères de fusées.

chaque partie séparément, en choisissant la technique textile la mieux adaptée (en terme de propriétés mécaniques et de coût), puis assembler les parties par couture.

Les systèmes assistés par ordinateur déterminent la division des objets de forme complexe et de grande surface en plusieurs petites pièces. Par exemple, on coud des tricot multiaxiaux et des profilés tressés avec des fils de haute ténacité afin de fabriquer des plaques nervurées d'avions. L'assemblage par couture est plus solide que le collage : les couches externes de tricot ne se détachent pas aussi facilement, et les nervures qu'elles constituent supportent mieux les chocs.

Pour améliorer les propriétés mécaniques d'un composite à renfort textile, on peut aussi renforcer ce textile aux endroits où s'exercent les con-

traintes mécaniques maximales, en cousant des renforts supplémentaires. Les ordinateurs calculent leur orientation à l'aide d'une méthode d'optimisation qui simule une croissance quasi biologique, en optimisant la répartition des charges, même pour des géométries complexes. Les bases de cette technique ont été élaborées à l'Institut de recherche des polymères de Dresde (voir *Les renforts textiles brodés*, par Konrad Gliesche, page 182).

Des renforts textiles aux composites à fibres

L'imprégnation des renforts textiles par une résine est étudiée depuis plusieurs décennies. La technique de moulage par transfert de résine garantit une répartition homogène de la matrice tout en minimisant les inclusions d'air (retassures) : on dépose le renfort textile préformé dans un moule étanche, puis on injecte la résine. Après durcissement, on démoule la pièce et on la découpe à l'aide d'un jet d'eau rapide, par exemple. On produit ainsi des pièces en moins de cinq minutes. Si la résine époxy est la plus couramment employée (elle représente 50 pour cent des résines utilisées dans la fabrication des composites), les résines thermoplastiques peuvent imprégner les fibres dès l'étape de fabrication du renfort textile ; on chauffe ensuite la structure obtenue à une température supérieure à la température de fusion de la résine et on la presse, pour que celle-ci remplisse les espaces entre les fibres. D'autres méthodes d'imprégnation ont été mises au

point : dans le dépôt en phase vapeur, le tissu est enduit par bombardement de particules ; dans les techniques d'infiltration chimique sous vide, la matrice, en carbone ou en silicium par exemple, pénètre à l'état gazeux et à haute température entre les filaments du textile. On fabrique ainsi des composites à matrices céramiques, résistant à des températures de plus de 1500 degrés, dont les propriétés mécaniques devraient être améliorées, notamment par rapport à la céramique frittée, grâce à l'inclusion de renforts textiles tridimensionnels.

Avec les techniques dont on dispose aujourd'hui, on sait produire des composites en série. Des bords d'attaque d'empennages verticaux d'avions et des supports de moteur de voitures ont déjà été réalisés en laboratoire. Le coût des composites à renforts textiles tridimensionnel sera sans doute inférieur à celui des composites à fibres classiques. Bientôt, ces nouveaux matériaux seront utilisés pour la construction aéronautique. En revanche, avant qu'ils soient employés dans la construction automobile, on devra trouver des concepts structuraux nouveaux, adaptés aux matériaux utilisés dans ce secteur et des méthodes de diagnostic des défaillances et de réparation.

Jürgen BRANDT dirige le Département matières plastiques du Centre de recherche de la Société Daimler-Benz à Ottobrunn. Klaus DRESCHLER est responsable des procédés plastiques, dans ce département.



7. CE RACCORD EN T est rigidifié par un tricot tridimensionnel.