



**HAL**  
open science

**Influence de l'introduction d'éléments en composite sur  
le comportement dynamique d'une direction automobile  
=Influence of composite parts on the dynamic behaviour  
of an automotive steering**

Bertrand Lascoup, Michaël Chauvin

► **To cite this version:**

Bertrand Lascoup, Michaël Chauvin. Influence de l'introduction d'éléments en composite sur le comportement dynamique d'une direction automobile =Influence of composite parts on the dynamic behaviour of an automotive steering. JNC 16, Jun 2009, Toulouse, France. 6 p. hal-00385545

**HAL Id: hal-00385545**

**<https://hal.science/hal-00385545>**

Submitted on 11 Jun 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Influence de l'introduction d'éléments en composite sur le comportement dynamique d'une direction automobile

### *Influence of composite parts on the dynamic behaviour of an automotive steering*

**Bertrand Lascoup, Michael Chauvin**

ESTACA – Campus Ouest  
Campus universitaire Laval-Changé – rue Georges Charpak  
BP 76121 – 53061 LAVAL CEDEX  
e-mail : [bertrand.lascoup@estaca.fr](mailto:bertrand.lascoup@estaca.fr), [michael.chauvin@estaca.fr](mailto:michael.chauvin@estaca.fr)

### Résumé

L'objectif de cette étude est une contribution à la faisabilité d'une biellette de direction automobile en composite. On espère ici un gain de masse d'environ 20% par rapport à la solution acier actuelle. Pour effectuer cette étude, nous nous sommes basés sur un essai de mise en virage qui est représentatif d'un coup de volant. Pour cela, les essais ont été réalisés à l'aide d'un banc de caractérisation de directions. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'utilisation des composites dans ce type d'organe automobile. Et cela sans modifier le comportement dynamique de la direction automobile. Cette étude ouvre des perspectives intéressantes sur la poursuite du travail.

**Mots Clés** : direction, automobile, biellette, composite

### Abstract

The objective of study is a contribution in the feasibility of tie rod in composite, in an automotive steering. It hope to obtain a benefit of mass about 20% between iron and composite. To perform this study, we were based on a testing of turn which is representative in dynamic vehicle. Steering wheel input is a rampe. This testing were accomplished with the steering test systems. The results were showed the importance of composites in this mechanics organ and without changing the dynamic behaviour of steering. This study opens interesting perspectives on the pursuit of the work.

**Keywords** : steering, automotive, composite, tie rod

## 1. Introduction

Après avoir été longtemps limité au rôle de pièces d'aspect dans l'automobile, les composites tendent à atteindre de plus en plus de pièces structurales. Différents projets ont eu pour but de réaliser des pièces techniques de plus en plus importantes [1]. Les principaux avantages de ces sous-ensembles sont le gain de masse, l'introduction de fonctions et la notion émergente de recyclabilité (pour les composites à base de thermoplastiques).

Néanmoins peu d'études s'attachent à des organes sensibles du véhicule, tels que les organes de transmission [2]. Ainsi, l'objectif de cette étude est une contribution à la faisabilité d'une biellette de direction automobile en composite (*figure 1*). On espère ici un gain de masse d'environ 20% par rapport à la solution acier actuelle.

L'étude s'articulera autour de trois parties. D'abord, une présentation et une caractérisation des composites choisies pour l'étude. Ensuite, une description du moyen d'essais sera faite. Puis, nous présenterons les résultats des essais effectués sur les biellettes. Enfin, l'étude se terminera avec un conclusion des travaux qui ont été réalisés.

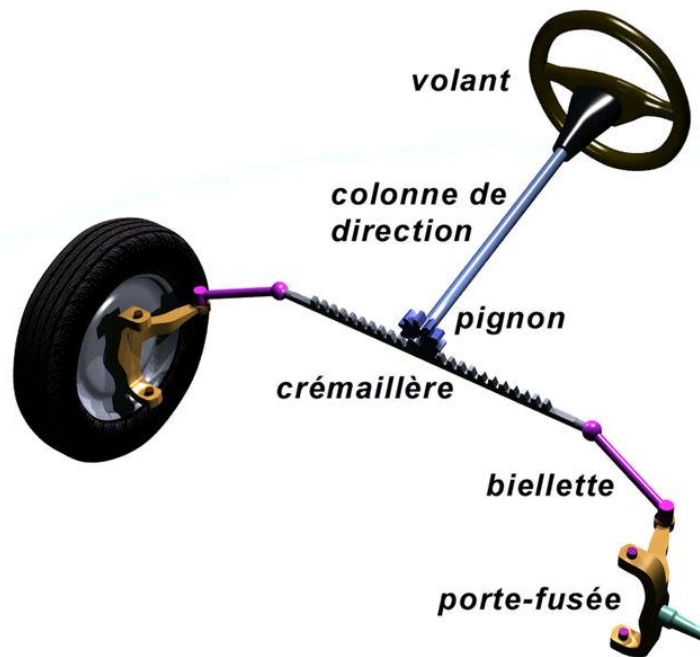


Fig. 1. Direction automobile.

## 2. Bielle composite

Les structures de l'étude sont composées de tubes composites décrits dans le tableau 1 associés à des inserts métalliques permettant leur fixation sur une crémaillère de direction classique. On donne en référence la biellette utilisée en série sur ce type de sous-ensemble automobile.

nom	empilement	épaisseur	Masse biellette
Ref. Acier	-	-	594 g
Carbone 1 mm	2x90°	1 mm	-
Carbone 2 mm	2x90° + 2x12°	2 mm	436 g
Carbone 4 mm	(2x90° + 2x12°) <sub>2</sub>	4 mm	464 g

Tab. 1. Les matériaux testés.

Les tubes sont réalisés en enroulement filamentaire et ont un taux volumique de fibre de 60%. Le collage est réalisé avec une colle structurale à base d'époxyde et selon un protocole strict intégrant une cuisson.



Fig. 2. Biellette composite (a) / biellette acier (b)

Une campagne préliminaire d'essai a consisté à tester la qualité de l'assemblage entre le tube composite et les 2 inserts face à une sollicitation de traction uni-axiale. La figure 3 donne la comparaison des

performances des biellettes et on constate rapidement que la structure la plus fine (1mm) présente peu d'intérêt dans cette étude. L'effort nécessaire pour atteindre sa rupture est trop faible : le tube en composite de 1 mm d'épaisseur n'est pas adapté et par la suite de cette étude, il sera écarté.

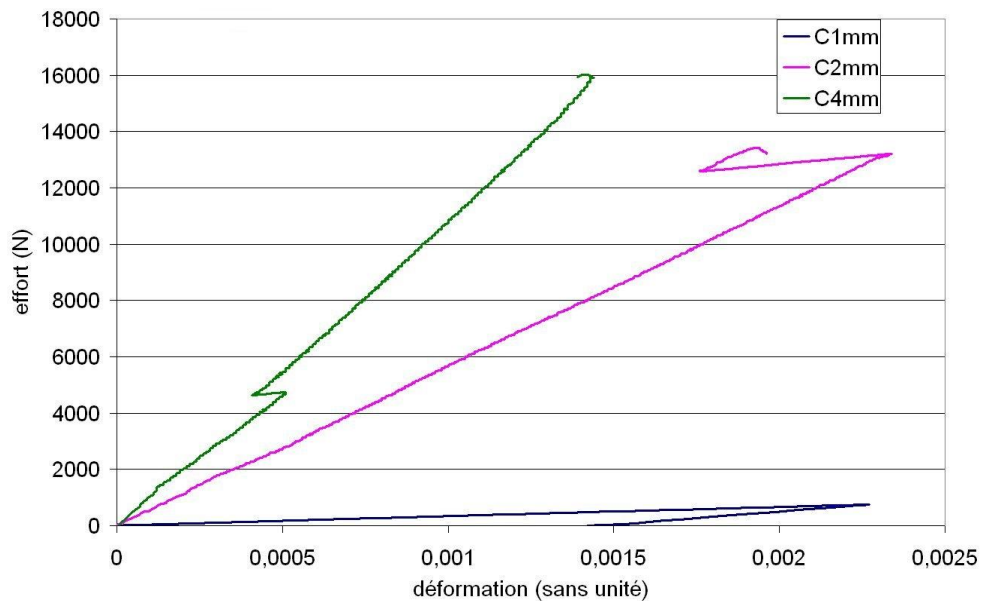


Fig. 3. Evolution de l'effort en fonction de la déformation longitudinale du tube

En ce qui concerne les deux autres configurations, l'effort nécessaire à la rupture de la structure est suffisamment élevé pour envisager ce type d'application. On remarque que la chute de charge est entraînée par la rupture du tube en composite et non la rupture du collage.

### 3. Dispositif expérimental

Les moyens du laboratoire "Dynamique Automobile" de l'ESTACA permettent la mise en situation d'une direction assistée hydraulique complète (figure 4). Ce dispositif est composé d'une colonne de direction (assistée ou non) et de deux vérins hydrauliques représentant les efforts issus des roues et d'un volant fictif électrique représentant les efforts issus du conducteur. La capacité maximale de vérins est de 20kN, leur course est de 260mm.

Ce dispositif est installé sur un marbre rainuré afin de le découpler du sol et du générateur hydraulique.

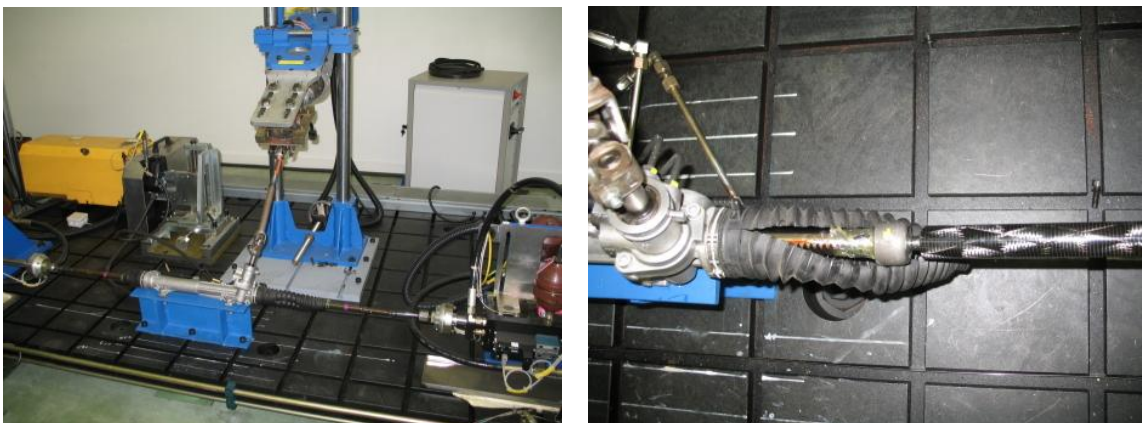


Fig. 4. Dispositif expérimental et la biellette composite.

Au cours des essais, les efforts axiaux subis par les biellettes et le couple de rotation du volant sont enregistrés. Les déplacements axiaux des vérins et angulaire du volant fictif sont également recueillis.

Pour cette étude, la colonne de direction qui sert de base est issue d'un véhicule de série (C3) et l'assistance hydraulique n'est pas utilisée.

## 4. Cas de charge : coup de volant

### a. Conditions initiales

Pour mettre en situation les biellettes en composite, on va simuler un coup de volant (*figure 5*). Ce dernier est représentatif d'une entrée en virage d'un véhicule.

Le coup de volant est une rampe avec une pente de  $225^\circ/\text{s}$ . La valeur finale de l'angle au volant est de  $45^\circ$ .

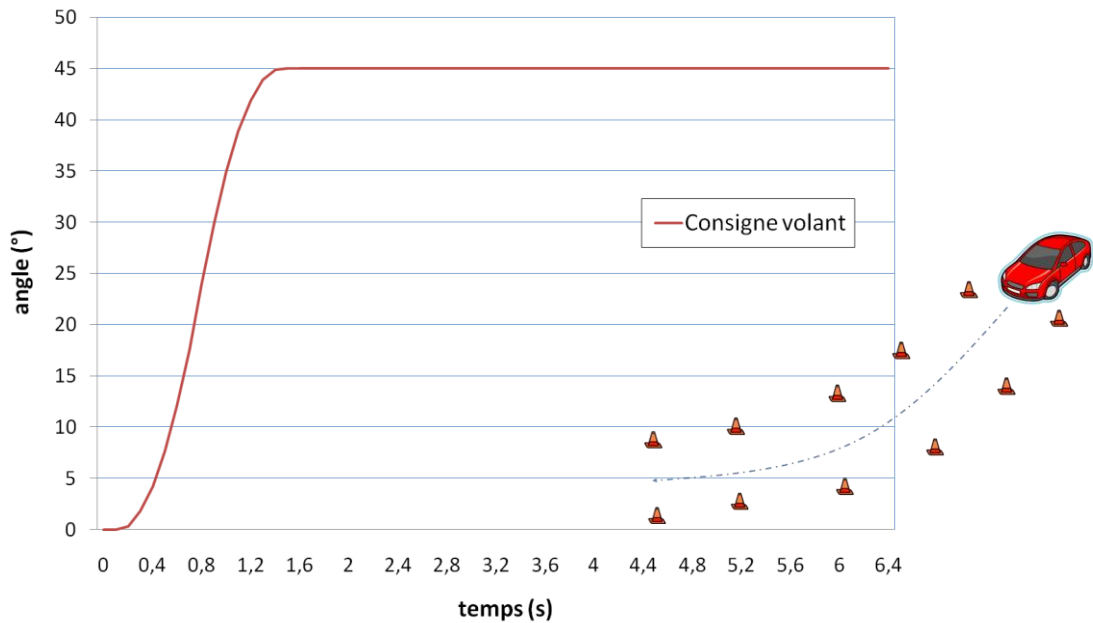


Fig. 5. Consigne au volant (entrée de virage).

On rappelle que les deux biellettes en composite retenues sont C2mm et C4mm. Les résultats analysés sont celle des deux composites et celle en acier qui sert de référence à l'étude.

### b. Résultats et analyses

Pour l'analyse des résultats, on a effectué le traçage de deux courbes pour les trois configurations (Acier, C2mm, C4mm) :

- Déplacement en fonction du temps,
- Effort en fonction du temps.

La première courbe qu'on observe correspond à l'évolution du déplacement (*figure 6*).

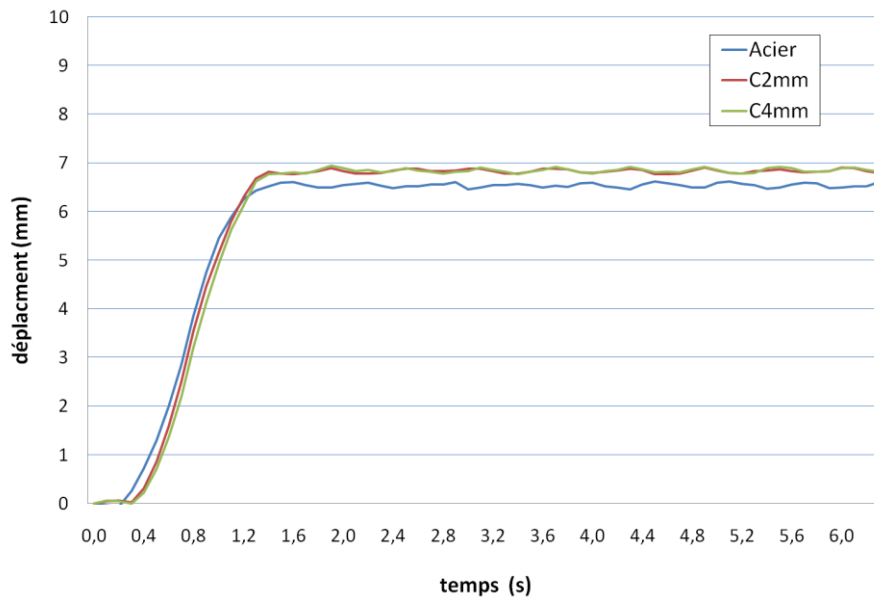


Fig. 6. Déplacement de la biellette.

Sur la figure 5, les courbes correspondant aux deux composites ont un comportement similaire. Néanmoins, un écart subsiste entre l'acier et les composites. Ce dernier est faible pour être significatif sur le comportement dynamique du véhicule. En effet, cela se traduira par une variation de quelques degrés sur l'angle à la roue.

La seconde courbe est l'évolution de l'effort sur la biellette (figure 7).

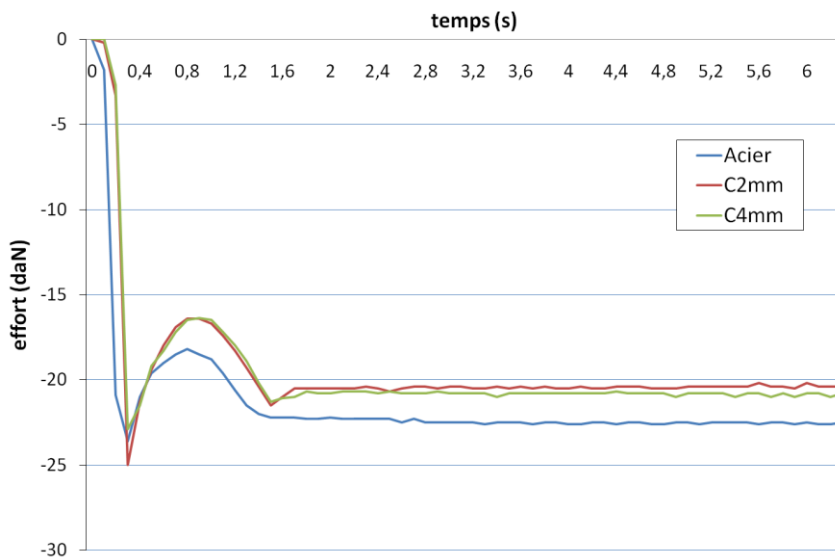


Fig. 7. Effort sur la biellette

La figure 7 montre le comportement de la biellette au cours du coup de volant. Les courbes évoluent selon le même profil.

Un pic d'effort apparaît au moment du début du coup de volant puis chute pour remonter à un seuil d'effort. Cela est représentatif du comportement vu par la direction mécanique. En effet, le pic va correspondre au début de la prise d'angle du pneumatique qui faut combattre puis le seuil lui coïncide avec l'effort transversal du pneumatique.

On constate que la biellette en acier possède un seuil légèrement plus élevé que celles en composite. Ceci peut s'expliquer par le niveau de rigidité qui subsiste entre l'acier et le composite.

## 5. Conclusion

L'étude avait pour but de mettre en évidence le potentiel des composites dans des pièces structurales telles que la biellette de direction. Pour ce faire, nous avons procédé à une analyse entre deux types de configurations : acier et composite. De plus, l'objectif en termes de gain de masse, a été fixé à 20 % de la masse initiale (acier)

En conclusion, l'objectif en gain de masse est atteint pour les deux composites (C2mm et C4mm). La masse des biellettes prend en compte les connexions mécaniques. En termes de comportement dynamique, les biellettes composites et acier ont un comportement similaire (déplacement et effort) malgré les différences en termes de valeur. Ces dernières auront des conséquences faibles sur la dynamique de la direction qui ne gênera en rien le conducteur.

Pour la poursuite de l'étude, il faudra s'intéresser à un cycle complet de fonctionnement de la direction : parking, route et autoroute. De plus, il ne faudra pas négliger les remontées d'efforts qui sont utiles pour informer le conducteur sur l'adhérence, mais qui peuvent être inconfortable dans le cas d'une route « pavé ». Sur un point de vue mécanique, il faudra s'assurer de la résistance de la biellette en composite sur des sollicitations incidentelles telle qu'un choc trottoir. Car, la direction est un organe de sécurité de premier ordre (dirigeabilité du véhicule).

### Références

- [1] "Projet MOZAIC : structure automobile en composites et aluminium", *Techniques de l'Ingénieur AM 5605*, 1998.
- [2] Dai Gil Lee, Hak Sung Kim, Jong Woon Kim, Jin Kook Kim, "Design and manufacture of an automotive hybrid aluminum/composite drive shaft", *Composites Structures*, Vol 63, p87-99, 2004.